

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3830629 A1**

⑤ Int. Cl. 5:  
**G01D 1/10**  
G 01 B 21/30  
G 01 L 5/04

②① Aktenzeichen: P 38 30 629.8  
②② Anmeldetag: 9. 9. 88  
④③ Offenlegungstag: 15. 3. 90

⑦① Anmelder:  
Betriebsforschungsinstitut VDEh - Institut für  
angewandte Forschung GmbH, 4000 Düsseldorf, DE

⑦④ Vertreter:  
Plöger, U., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

⑦② Erfinder:  
Berger, Bernd, Dr.-Ing., 4044 Kaarst, DE; Mücke,  
Gert, Dipl.-Ing., 4010 Hilden, DE; Neuschütz,  
Eberhard, Dr.-Ing., 4030 Ratingen, DE; Thies, Helmut,  
4044 Kaarst, DE

⑤④ **Verfahren zur Indexierung von zu verarbeitenden Meßwerten**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Indexierung von zu verarbeitenden Meßwerten bei einem Rotationsmehrfachsensor mit in peripher und axial vorgegebenen Abständen auf einem Rotor verteilten Einzelsensoren. Vor allem findet die Erfindung Anwendung bei einer Planheitsmeßrolle mit umlaufenden Kraftmeßgebern. Während in bekannter Weise bei sich verändernden Beaufschlagungssektoren des Rotors besondere Maßnahmen zur Festlegung des Zeitpunktes der Meßwertverarbeitung erforderlich sind, wird dies erfindungsgemäß dadurch vermieden, daß während einer Rotation zusätzlich die Meßwerte differenziert werden, und daß die fortlaufend erfaßten Meßwerte wenigstens teilweise in dem Zeitpunkt der Weiterverarbeitung unterworfen werden, in dem ihre Differenzierung einen Extremwert ausweist. Der Betrag des Extremwertes liegt dabei zwischen seinem Maximum und seinem Minimum, oder aber zwischen seinem Maximum und seinem Nullwert. Damit entfallen sonstige Sensoren und Geber für die Ableitung des Meßwertes.

DE 3830629 A1

DE 3830629 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bezeichneten Art.

Eine demgemäß insbesondere in Betracht zu ziehende Planheitsmeßrolle mit umlaufenden Kraftmeßgebern zur Ermittlung der Zugspannungsverteilung über die Breite entlang eines biegsamen, umgelenkten Bandes zeigt die DE-PS 26 30 410. Die Einzelsensoren bzw. Kraftmeßgeber sind dabei innerhalb der Planheitsmeßrolle in größerer Anzahl auf einen Verstärker geschaltet, der die gesamte Signalfolge einem Drehübertrager mitteilt. Zusätzlich bedarf es noch eines Impulsgebers, der die Stellungen der Kraftmeßgeber indexiert, so daß bei der Meßwertverarbeitung die einwandfreie Zuordnung der Meßwerte zu den Meßstellen möglich ist.

Der Impulsgeber ist am Lagerzapfen der Rolle angeflanscht und läuft mit letzterer um. Da die Planheitsmeßrollen in der Mehrzahl der Fälle als Umlenkrollen unmittelbar vor einem Haspel eingesetzt werden, ist der Umlenkwinkel des Bandes an den Meßrollen und damit auch der Zeitpunkt der Meßwertabfrage vom Ringdurchmesser des aufgewickelten Bandes abhängig. Dies erfordert eine Korrektur des Zeitpunktes der Meßwertabfrage, die dadurch verwirklicht wird, daß als Impulsgeber Winkelschrittgeber mit Winkelteilung eingesetzt werden, aus deren Impulsfolge sich der Zeitpunkt der Meßwertabfrage mittels einer elektronischen Zählereinrichtung ableiten läßt. Der dazu erforderliche Umlenkwinkel wird aus Anlagekennwerten sowie Momentanwerten von Haspeldrehzahl und Bandgeschwindigkeit ermittelt, womit ein beträchtlicher Aufwand verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der einleitend beschriebenen Art dahingehend weiterzuentwickeln, daß der Zeitpunkt der Meßwertabfrage in einfacher Weise auch dann festgelegt werden kann, wenn die Erfassung der vorgegebenen Winkelstellung nicht mehr ausreicht, um zu einer einwandfreien Indexierung des Meßwertes zu kommen. Ursächlich hierfür können besondere Einflüsse sein, die den Beaufschlagungssektor des Rotationsmehrfachsensors verändern, wie es am Beispiel der Planheitsmeßrolle mit unterschiedlichem Umlenkwinkel veranschaulicht wurde.

Überraschenderweise gelingt es nach dem Vorschlag der Erfindung, ohne mitlaufende Impulsgeber oder dergleichen die Meßwerte zu dem jeweils zutreffenden Zeitpunkt der Verarbeitung zuzuführen, wenn sie eine Behandlung gemäß den in den Patentansprüchen gemachten Vorschlägen erfahren.

Somit macht die Erfindung Gebrauch von dem Verhalten des Meßwertes, welches sich durch ein in der Mitte des Beaufschlagungssektors auftretendes Maximum kennzeichnet. Bei einmaligem Umlauf setzt die Messung ein, wenn der Sensor in den Beaufschlagungssektor eintritt. Sodann steigt der Meßwert bis zum Maximalbetrag an, um anschließend wieder abzusinken und schließlich zu verschwinden, wenn die Drehung über den Beaufschlagungssektor hinausgegangen ist. Da nun mehrere, achsial und insbesondere peripher gegeneinander versetzte Sensoren vorgesehen sind, deren Ausgänge vom Verstärker nach Parallelschaltungen abgegeben werden, kommt es bei einem vollen Umlauf des Rotationsmehrfachsensors zur Ausbildung entsprechend mehrfacher Maxima, und dazwischen liegender Minima die in der erfindungsgemäßen Weise zusätzlich differenziert werden. Die Beträge der Meßwerte werden insbesondere als Differenzen zwischen jeweils ei-

nem Maximum und einem Minimum gebildet. Die Reihenfolge der genannten Maxima kehrt periodisch wieder und gibt Auskunft über die Lage der Meßstellen auf dem Rotor. Damit entfällt nicht nur der mit der Welle des Rotors umlaufende Impulsgeber, sondern darüberhinaus auch die Notwendigkeit, Korrekturen vorzunehmen, wenn der Beaufschlagungssektor unterschiedlich ausgebildet ist.

Je nach Größe des Beaufschlagungssektors kann es dazu kommen, daß sich die Minima so gegenseitig beeinflussen, daß ihre Aussagefähigkeit als Referenz für die Beträge der Meßwerte unbrauchbar wird. In diesen Fällen ist es angebracht, daß ein Ausschlußsignal gebildet wird, um die vorgenannten Minima bei der Bearbeitung auszuscheiden. Man kann zu diesem Ausschluß kommen, indem das zwischen benachbarten Maxima liegende Minimum mit einem für Minima typisch festgestellten Betrag verglichen wird, und bei signifikanter Abweichung hiervon als Anlaß zum Ausschlußsignal gewählt wird.

Eine weitere Möglichkeit der Bildung eines Ausschlußsignals besteht darin, den Zeitpunkt eines zwischen zwei Maxima liegenden Minimums mit dem für das Auftreten der Minima typischen Zeitpunkten zu vergleichen, wobei dann ein Ausschlußsignal gebildet wird, wenn diese typische Zeit signifikant unterschritten wird.

In vielen Fällen reicht es für die Praxis jedoch aus, wenn die den Maxima zugeordneten Meßwerte derart weiterverarbeitet werden, daß ihr Betrag von Null ausgehend eingesetzt wird.

Eine für die Praxis besonders geeignete Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß das Signal der Differenzierung zunächst einem Verstärker mit der Aufgabe beaufschlagt wird, daß dieser jeweils für die Dauer des Phasenanstiegs des Meßwertes Rechteckspannungen bildet, indem seine Ausschaltspannung über der Einschaltspannung liegt und zwischen den beiden Spannungen der Nulldurchgang der Differenzierung liegt. So wird eine unerwünschte Aktivierung in der Nullstellung vermieden. An den genannten Rechteckspannungen werden die abfallenden Flanken ausgenutzt, um Impulse zur Meßwertabfrage zu erzeugen.

Nach einem weiteren Verfahren der Erfindung wird für die Steuerung der Meßwertabfrage die gemessene Umdrehungszeit herangezogen, aus welcher in Verbindung mit einer mittleren Impulsfolgezeit eine Zeitsteuerung zur Erzeugung der Abfrageimpulse gebildet wird. Zweckmäßig findet eine Synchronisation bei jeder Umdrehung einmal mit einem Maximum bzw. einem Minimum statt.

Eine noch weitergehende Verbesserung wird erzielt, wenn Abweichungen bei Beschleunigungen und bei Bremsungen dadurch herabgesetzt werden, daß die Bestimmung der Drehzeit und die Synchronisation mehrfach je Umdrehung vorgenommen werden.

Zur weiteren Veranschaulichung der Erfindung wird auf die Zeichnungen Bezug genommen. Darin zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

Fig. 1 die Änderung des Beaufschlagungssektorrotors am Beispiel einer Meßwertrolle vor einem Bandhaspel,

Fig. 2 das Blockschaltbild der Meßwertverarbeitung bei einer Planheitsmeßrolle in der bekannten Ausführungsform,

Fig. 3 den Verlauf des Meßwertes, seine Differenzierung, die Rechteckspannungen und die Impulse,

Fig. 4 eine Darstellung entsprechend Fig. 3 bei gegenseitiger Beeinflussung der Minima und

Fig. 5 die Ableitung der Signale zur Meßwertabfrage aus der Umdrehungszeit.

Das Grundproblem der Erfindung zeigt Fig. 1 am Beispiel einer Planheitsmeßrolle 1, die im Anschluß an ein Walzwerk 2 vor Eintritt des Walzbandes 3 in einem Haspel 4 angeordnet ist. Der Haspel 4 ist zu Beginn des Aufhaspelns noch unbelegt, so daß der Ringdurchmesser seinen niedrigsten Wert  $D_{min}$  hat. Diesem Mindestwert entspricht der Umschlingungswinkel  $\alpha_{min}$  bei der Planheitsmeßrolle 1 in einer vorgegebenen Stellung derselben. Wenn andererseits der Ringdurchmesser am Ende des Haspelvorganges den Wert  $D_{max}$  erreicht hat, entsteht der Umschlingungswinkel  $\alpha_{max}$ . Der Höchstwert der Meßwerte liegt in der Mitte der Umschlingungswinkel so daß hieraus ersichtlich ist daß trotz unveränderter Stellung der Planheitsmeßrolle 1 die Meßwertabfrage zeitlich verschoben werden muß, wenn der Ringdurchmesser zunimmt, wobei der Umschlingungswinkel im Bereich  $\Delta\alpha$  ansteigt.

Bei der Darstellung gemäß Fig. 2 ist ein Teil der Meßrolle 1 in Form einer Abwicklung 5 wiedergegeben, wobei man die peripher sowie achsial voneinander beabstandete Lage der einzelnen Sensoren 6 kennen kann. Jeder dieser Sensoren bildet bei einem Umdrehungsvorgang einen Meßwert mit einem ausgeprägten Maximum 7, wobei die Sensoren 6 in den achsialen Abschnitten (1) bis (8) peripher noch derart voneinander beabstandet liegen, daß sich ihre Maxima normalerweise noch nicht gegenseitig beeinflussen. Die Meßwerte jeweils einer Gruppe von acht in der beschriebenen Weise angeordneten Sensoren werden gemeinschaftlich auf einen Ladungsverstärker 9 geführt, dessen Ausgang die parallel geschalteten Meßwerte 8 abgibt. Diese Meßwertfolge gelangt über einen Quecksilber-Drehübertrager 10 zu einer Prüf- und Versorgungselektronik 11, die mit weiteren Eingängen für den Impulsgeber 12, den Winkelschrittgeber 13 und einem zusätzlichen Geber für die Haspelbedingungen 14 versehen ist. Die Eingänge 12 bis 14 werden mithin in Anspruch genommen, um zu einer Indexierung der eingeführten Meßwertfolgen zu gelangen. Es schließt sich ein Verstärker 15 und schließlich ein Rechner 16 für die Meßwertverarbeitung an, so daß die verarbeiteten Meßwerte für eine Planheitsregelung verwendet werden können, sich auf einem Bildschirm optisch darstellen lassen und schließlich protokolliert werden. Durch die Erfindung lassen sich der Impulsgeber 12, der Winkelschnittgeber 13 und der weitere Geber für die Haspelbedingungen 14 vermeiden, wie sich aus der nachfolgenden Darstellung des Verfahrens der Erfindung ergibt.

Der Verlauf der Meßwerte ist im oberen Teilbild der Fig. 3 wiedergegeben. Das linke Maximum 17 stammt von einem ersten Sensor, während das rechte Maximum 18 von einem zweiten Sensor herrührt. Die Differenzierung 19 des Verlaufs dieser Meßwerte zeigt Fig. 3 unterhalb des oberen Teilbildes. Die Nulldurchgänge entsprechen den jeweiligen Extremwerten. Der Spannungsverlauf der Differenzierung 19 wird von einem Verstärker übernommen, der bei einem unter Null liegenden Signal einschaltet und bei einem über Null liegenden Signal ausschaltet, so daß sich die Rechteckspannungen 20 ergeben. Jede Flanke der Rechteckspannungen 20 läßt sich zur Auslösung eines Impulses ausnutzen, wie im unteren Teilbild der Fig. 3 dargestellt ist. Die an den abfallenden Flanken gebildeten Impulse 21, 22 legen den Zeitpunkt fest, zu welchem der anstehende Meßwert verarbeitet wird. Die an den ansteigenden Flanken gebildeten Impulse 23, 24, 25 entsprechen den

Minima zwischen den Meßwerten und werden als Bezugsmaße für die Beträge der Meßwerte bei der Weiterverarbeitung berücksichtigt.

Die Bezugsgrundlage für die Höhe der Meßwerte läßt sich jedoch dann nicht aus den Minima zwischen den Meßwerten bilden, wenn es zu einer gegenseitigen Beeinflussung der Meßwerte im Hinblick auf die Bildung eines Minimums kommt. Einen derartigen Verlauf zeigt

Fig. 4. Im oberen Teilbild erkennt man die Meßwertverläufe der Sensoren (1), (2), (3), (4) und (5). Während zwischen den Meßwerten der Sensoren (1) und (2) die Bildung des Minimums ungestört ist, erscheint zwischen den Sensoren (2) und (3) das Minimum an einer zu hoch gelegenen Stelle. Das gleiche gilt für das Minimum zwischen den Sensoren (4) und (5). Die Differenzierung 26 zeigt einen diesen Extremwerten entsprechenden Verlauf, aufgrund welcher auch die Rechteckspannungen 27 insofern atypisch sind, daß sich zwischen den Meßwerten (3) und (5) entsprechenden Stufen 28 und 29 die dem Minimum entsprechende Stufe 30 nach einer signifikant kürzeren Zeit einstellt, als dies für eine typische Minimeinstellung der Fall ist. Demgemäß findet das Minimum entsprechend der Stufe 30, die nach dem unteren Teilbild für die Impulsfolge zum Zwecke der Meßwertabfrage dem Impuls 31 entspricht, keine Berücksichtigung. Der Verlauf der letztgenannten Impulsfolge zeigt eine entsprechende Erscheinung nochmals zwischen den beiden letzten, einem Maximum entsprechenden Impulsen, indem entsprechend der ansteigenden Flanke 32 ein Impuls 33 gebildet wird, der in atypisch kürzerer Zeit zwischen den benachbarten Impulsen, die den Maxima entsprechen, auftritt.

Nach Fig. 5 werden die Sensoren der Meßwerte (1), (2), (3) und (4) im oberen Teilbild dargestellt, wobei die Meßwerte der ersten drei Sensoren einem Meßwertzyklus entsprechen. Dabei besteht eine gegenseitige Beeinflussung der Meßwerte der Sensoren (1) und (2) in dem Sinne, daß sich ein zu hoch liegendes Minimum ergibt. Die hier nicht dargestellte Differenzierung führt zu dem in der Mitte der Fig. 5 dargestellten Verlauf der Rechteckspannungen 34 mit der steigenden Flanke 35 entsprechend dem überhöhten Minimum. Der Verlauf eines Zyklus 36 erstreckt sich von einer abfallenden Flanke 37 über die folgende abfallende Flanke 38 bis zur sich anschließenden abfallenden Flanke 39. Die hierdurch ermittelte Zeit wird entsprechend der Aufeinanderfolge der Sensoren aufgeteilt, so daß entsprechend dem unteren Teilbild der Fig. 5 Impulse 40 gebildet werden, die nach jeweils einem Zyklus eine erneute Synchronisation erfahren. Diese Impulse bilden die Grundlage für die Meßwertabfrage während eines Zyklus. Die Impulse 41, 42 und 44 entsprechen dem Maxima der Meßwerte, wohingegen das Minimum lediglich beim Auftreten des Impulses 43 abgefragt wird, weil das erste, überhöhte Minimum aus den beschriebenen Gründen von der Verwertung ausscheiden muß.

Die Berücksichtigung der Minima kann unterbleiben, wenn, wie erfindungsgemäß gleichfalls vorgeschlagen, lediglich die Maxima bzw. die diesen entsprechenden Impulse genutzt werden, um die Meßwerte in der eingangs beschriebenen Weise zu verarbeiten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Indexierung von zu verarbeitenden Meßwerten, bei einem Rotationsmehrfachsensensor mit in peripher und achsial vorgegebenen Ab-

ständen auf einem Rotor verteilten Einzelsensoren, insbesondere bei einer Planheitsmeßrolle mit umlaufenden Kraftmeßgebern zur Ermittlung der Zugspannungsverteilung über die Breite entlang eines biegsamen, umgelenkten Bandes, wobei die Meßwerte in Parallelschaltung abgeleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß die während der Rotation gebildeten Meßwerte fortlaufend erfaßt und zusätzlich differenziert werden, und daß die fortlaufend erfaßten Meßwerte wenigstens teilweise in dem Zeitpunkt der Weiterverarbeitung unterliegen, indem ihre Differenzierung einen Extremwert ausweist, wobei der Betrag des Extremwertes zwischen seinem Maximum und seinem Minimum verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß lediglich die den Maxima zugeordneten Meßwerte verwendet werden, während für ihren Betrag von Null ausgegangen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß überhöhte Meßwerte der Minima zwischen benachbarten Sensoren von der Betragsermittlung der Maximalwerte ausgeschlossen werden, indem der Zeitpunkt des Auftretens des Minimums mit dem für das Auftreten der Minima typischen Zeitpunkt verglichen wird, und ein Ausschlußsignal gebildet wird, wenn diese typische Zeit signifikant unterschritten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß überhöhte Meßwerte der Minima zwischen benachbarten Sensoren von der Betragsermittlung der Maximalwerte ausgeschlossen werden, indem ihre Höhe mit einem zuvor als typisch für Minima festgestellten Betrag verglichen wird, und ein Ausschlußsignal gebildet wird, wenn das Minimum diesen Betrag signifikant überschreitet.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte nach der Umdrehungszeit differenziert werden, und daß aus der Zahl der Indexierungen je Umdrehung eine mittlere Impulsfolgezeit errechnet wird, nach welcher die Meßwerte mittels einer elektronischen Zeitsteuerung indexiert werden, und daß mit wenigstens einem Extremwert eine Synchronisation der für die Impulsgebe vorgesehenen Zeitsteuerung vorgenommen wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal der Differenzierung zunächst einem Verstärker mit der Maßgabe beaufschlagt wird, daß dieser aus den abfallenden Flanken von Rechtecksspannungen, die der Anstiegsphase eines Meßwertes entsprechen, Impulse für die Meßwertabfrage bildet, wobei die Ausschaltspannung des Verstärkers größer als seine Einschaltspannung ist, zwischen welchen beiden Spannungen der Nulldurchgang der Differenzierung liegt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

60

65



Fig. 3

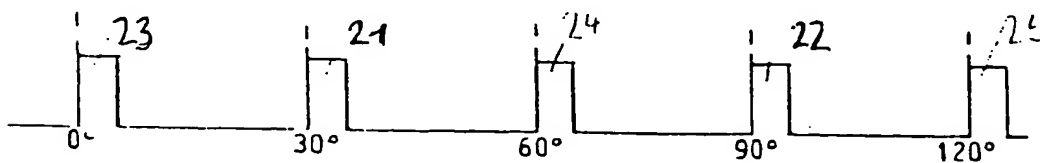
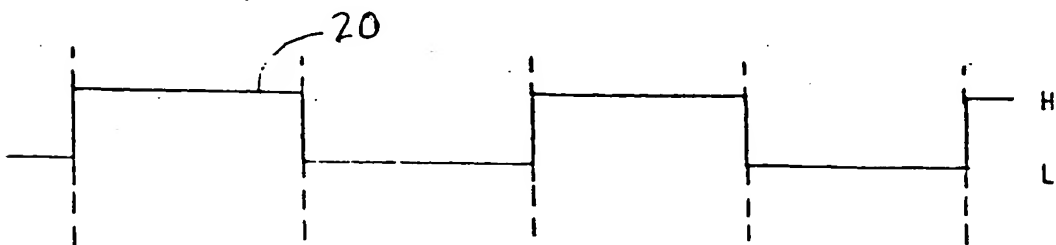
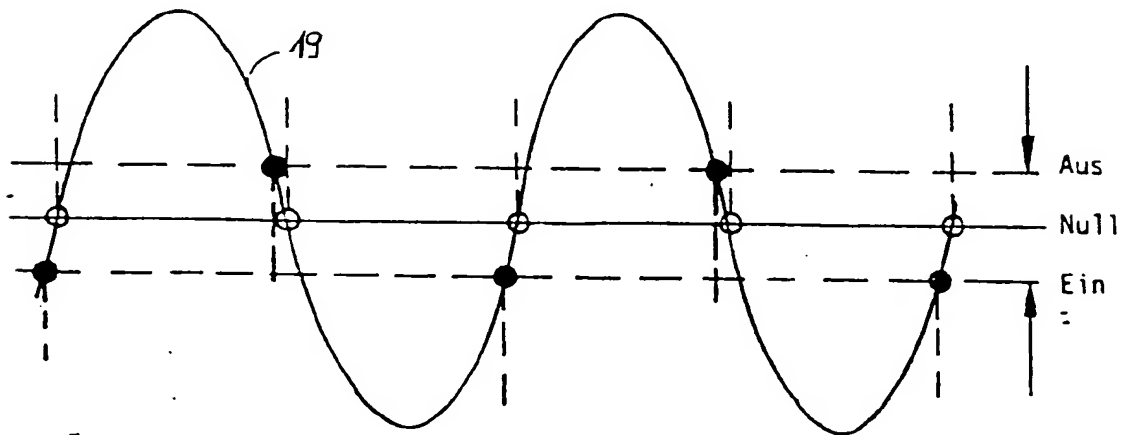
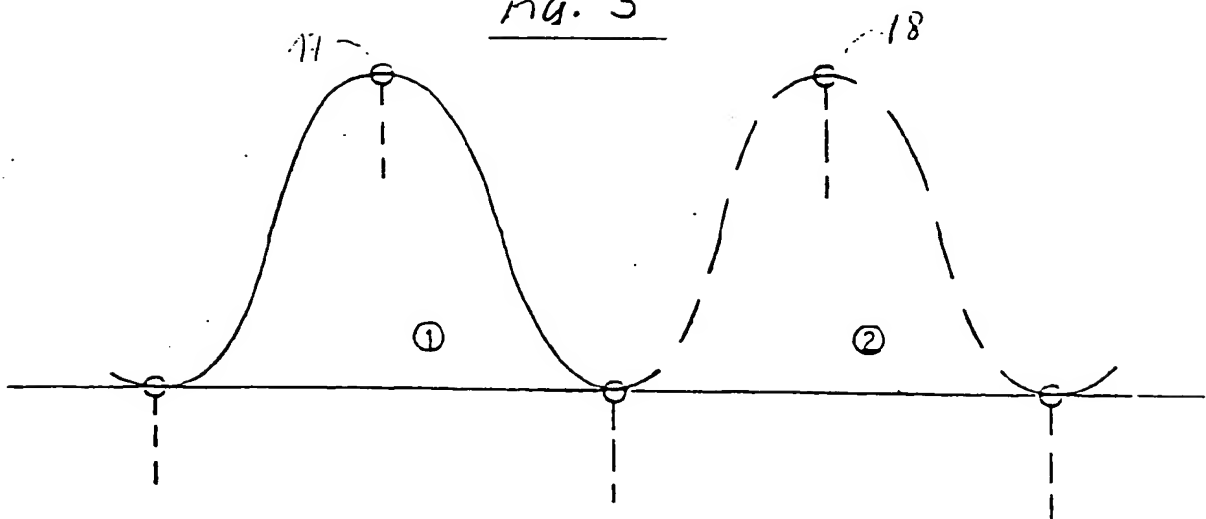
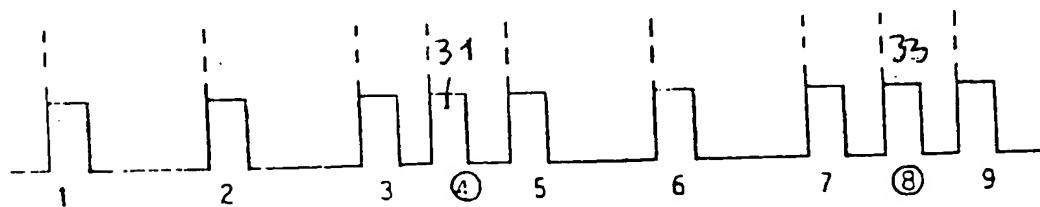
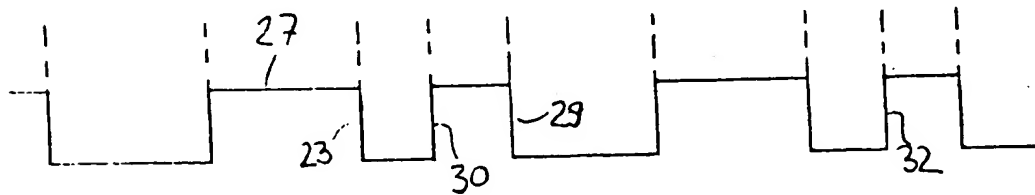
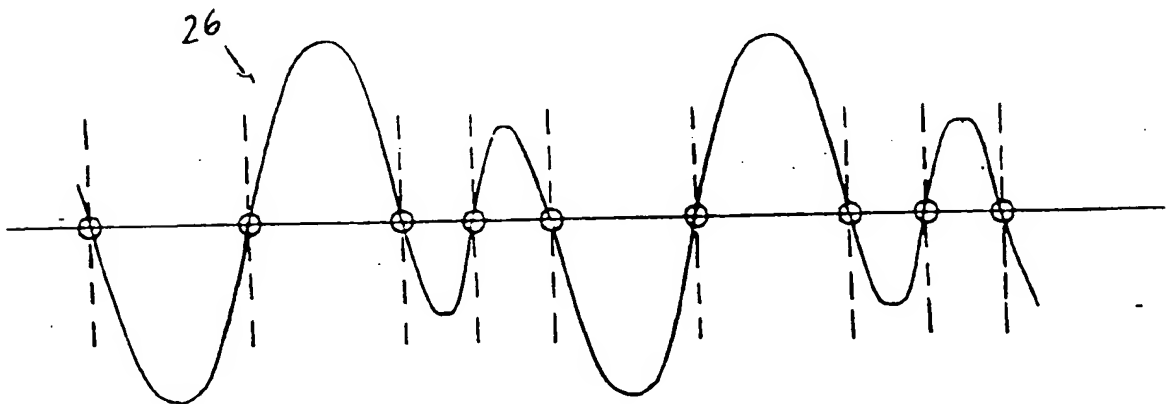
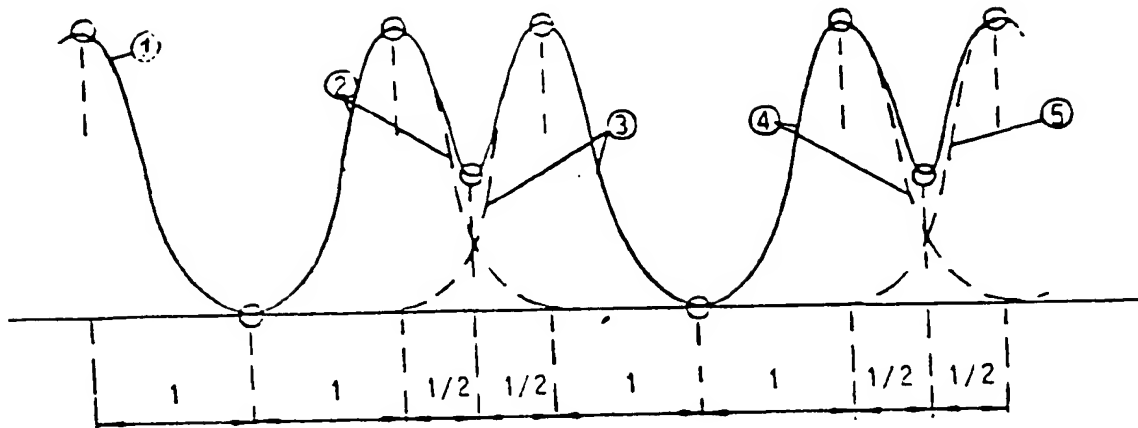


Fig. 4



*Fig. 5*

